操作ボタン（メンブレン方式）の多いおもちゃの修理法

2015.01.05

トミー・マック

１．まえがき

電子ピアノ・オルガンなどの楽器や絵本、おもちゃの携帯電話、おもちゃパソコンやことば図鑑など、たくさんの操作ボタンが付いたおもちゃが多くあります。

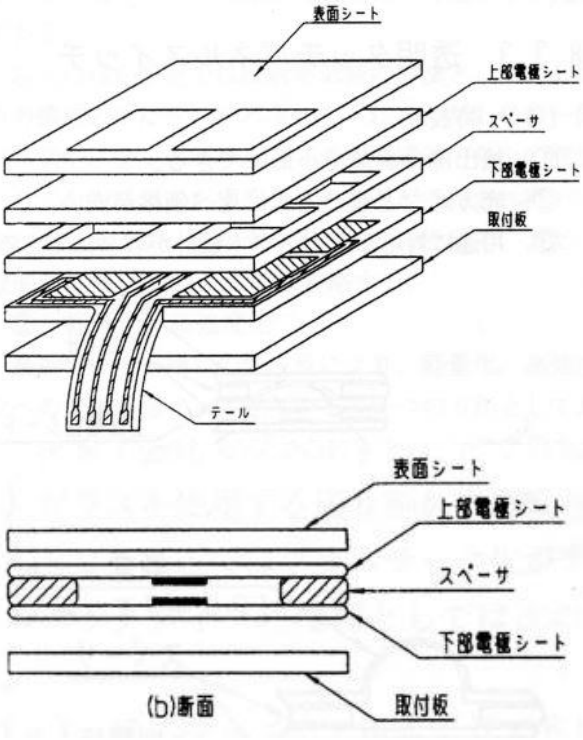
このようなおもちゃは、強く押したり叩いたり、構造の弱さも相まってプリント基板（ここでは基板単体と電子部品実装の状態を含む）の割れやスイッチの故障などをします。

そこで「操作ボタンが働かない。」故障の修理について整理してみました。

但し、その操作ボタンの機構には、導電ゴムボタンを用いるものや、メンブレンシートを用いるもの等があり、今回はその中でメンブレンシートを用いるメンブレン方式を説明します。

ピアノの鍵盤部

一般にメンブレン方式のメンブレンスイッチは、上部電極シート、下部電極シートの２枚のポリエステルフィルムに、スペーサーをはさみ貼り合わせて構成されます。



出典：「わかる電子部品の基礎と活用法」
CQ 出版（株）発行より

このメンブレンスイッチは、押すストロークが小さいのでタッチ感が少ないですが、厚みを薄く構成できることや、防滴性や防埃性に優れ、防水性を高めることも可能などの長所があります。

２．問　診

このように操作ボタンが多く、音楽を鳴らし言葉を話すおもちゃの修理で、重要なことは最初に行う問診です。

故障の症状を聞き出すことにより、ある程度の原因が推定でき、対処もできます。

・すべてのボタンが利かないか？
・一部のボタンのみ利かないか？
・音が途切れる、あるいは音がおかしくなるか？

操作ボタン（メンブレン方式）の多いおもちゃの修理法

次に、操作方法とボタンの役割（どんな音楽・言葉など）を知る必要があります。取扱説明書があれば良いのですが、ない場合はＹｏｕＴｕｂｅで調べれば分かることがあります。

３．診　断（検査）

（１）すべてのボタンが利かない場合

・電池の消耗、液漏れ？
・電池端子板の錆？
・電池端子板のリード線の半田不良？
・プリント基板へのリード線の断線？
・電源スイッチの不良？
・電流ヒューズの不良？
・プリント基板の電源が正常か？
・スピーカ単品が正常か？
（スピーカ検査器にて）
・スピーカのリード線の半田不良？
・スピーカのリード線の断線？

以上問題なければ、ボタンのメンブレンスイッチかプリント基板、およびそれらの接続が不良の疑いがあります。

（２）一部のボタンのみ利かない場合

残りのボタンで音楽や言葉などが正常であれば、電池や電池端子板、リード線やスピーカが正常と考えられますが、念のため電池の消耗の検査を行った後、

・利くボタンと利かないボタンを明確化する。

を行います。

次に、ケースを分解しメンブレンスイッチとプリント基板を露出させます。

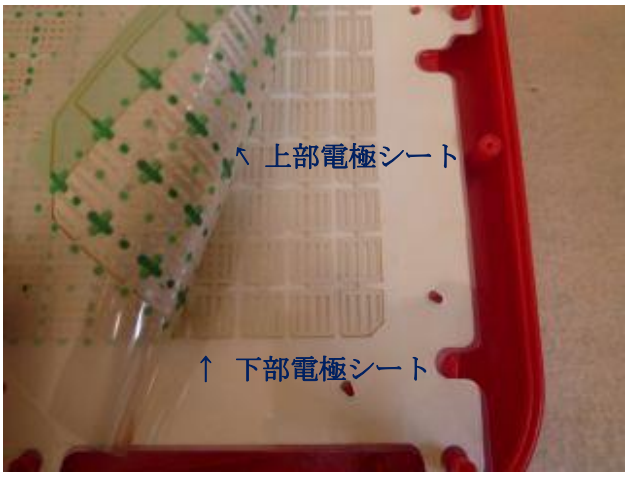
・利かないボタンのメンブレンスイッチの上部および下部電極シートの配線が断線していないか？
・利かないボタンのメンブレンスイッチの上部および下部電極シートの接点部に汚れや錆がないか？
・利かないボタンに繋がるメンブレンスイッチの配線とプリント基板の接続が確実か？
（接圧ゴムで確実に接触しているか？）
・利かないボタンに繋がるプリント基板の銅箔パターンに、断線や錆がないか？
・利かないボタンに繋がる銅箔パターン途中のダイオードなどの部品が、不良でないか？

を検査します。

具体的に、「アンパンマンあいうえお教室」の検査の例を示すと、

・利かないボタン（黒色矢印 最下列）

・利かないボタンの上部と下部電極シートの配線の検査



上部と下部電極シート

操作ボタン（メンブレン方式）の多いおもちゃの修理法

まず目視で、電極シートのひびや折れによる導電性インクの配線の断線、腐食など劣化による断線の有無を調べます。

目視で見つからない場合は、電気的に電極シートの導電性インクの配線の断線の有無を、テスターで調べます。

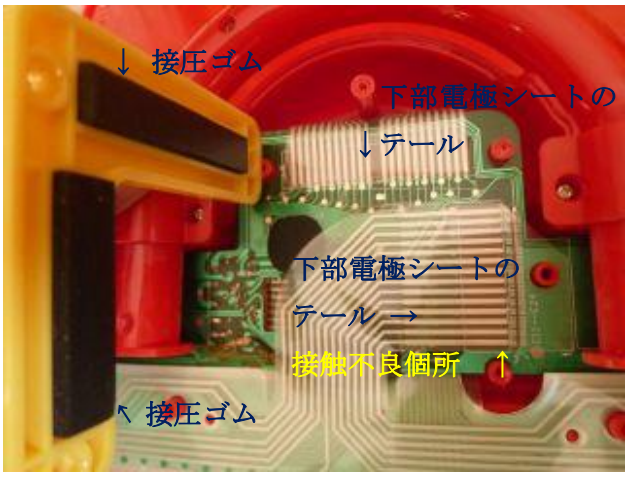
結果）上部と下部電極シートの配線、問題なし

・利かないボタンの上部と下部電極シートの接点の検査

目視で、電極シートの接点部に汚れや錆の有無を調べます。

結果）上部と下部電極シートの接点、問題なし

・利かないボタンのメンブレンスイッチとプリント基板の接続の検査



上部と下部電極シートのテールと接圧ゴム

上部と下部電極シートのテールを、プリント基板に接圧ゴムで密着させた状態で、更に加圧して接触が復元するかを検査する。

検査のため電極シートのテールをプリント基板から剥がし、後で戻しても、接圧ゴムが劣化して接圧が下がっていることがある。その時は薄い樹脂板を追加し、接圧を上げると良い。

（結果）上部電極シートのテールの下から１本目が接触不良。

・利かないボタンに繋がるプリント基板の銅箔パターンの断線や錆の検査

まず目視で、プリント基板のひびや割れによる銅箔パターンの断線、錆による断線の有無を調べます。

プリント基板の半田面には、銅箔パターンの酸化防止と、銅箔パターンの固着強化と絶縁、半田をする部分としない部分の保護をする緑色のソルダーレジストが印刷され、さらに半田の載りを良くするため、薄茶色のフラックスが塗布されています。従って、目視では小さなひびや割れなどの銅箔パターンの断線を見つけ難いです。

場合によっては、細かい紙ヤスリやカッターの刃で、ソルダーレジストやフラックスを除去して断線を探すこともあります。

また、拡大鏡やデジカメの拡大機能などを使って調べます。

目視で見つからない場合は、電気的に銅箔パターンの断線を調べます。

その場合テスターなどの導通チェック機能を使い、尖った端子をプリント基板上の銅箔パターンの銅箔が露出している接点やテストランドあるいは部品端子に強く押して接触させ、断線の有無を探します。ブザー音で導通の確認ができるテスターを使用すると分かり易いです。

またプリント基板の銅箔パターンには、次の写真の様に１㎜以下の幅の部分もあり、そのソルダーレジストを被った銅箔パターン途中の断線の確認には、裁縫針を使って行います。

操作ボタン（メンブレン方式）の多いおもちゃの修理法

（結果）問題なし。

・利かないボタンに繋がるプリント基板の銅箔パターン途中のダイオードなどの部品の確認

銅箔パターン途中のダイオードやトランジスタなど電子部品や、リード線などの良・不良の確認をします。

（結果）すべて問題なし。

（３）音が途切れる、あるいは音がおかしくなる場合

・電池の消耗、液漏れ？
・電池端子板の錆？
・プリント基板の不良？（ＩＣ不良も含む）

を検査します。

電池が消耗した時、電源スイッチを入れると、「ドレミ…シド」の初期メロディが流れはずが、「ドレ、ドレ、ドレ、・・・」と繰り返し、演奏できない電子ピアノがありました。

またＩＣから出た音声をトランジスタなどで増幅する回路を持つおもちゃで、電池が消耗すると、音が歪んでおかしくなるものもあります。

それ以外にプリント基板上の電子部品の故障や、ＩＣの故障もあり、故障の原因追究は一筋縄ではいかないのが現状です。

４．修　理

（１）電池の消耗、液漏れ

・電池が消耗した時、新規電池と交換する。
・電池の液漏れしている時、電池ケース内の液を拭い取る。その時電池端子板が腐食している場合もあり、腐食部分を研磨する。そして新規電池と交換する。

（２）電池端子板の錆

・腐食部分を研磨する。
・場合によっては、電池ケース内部の電池端子部も錆び、プリント基板に接続されるリード線の銅線の錆や、断線、半田外れをしていることもあるので修復する。

（３）電池端子板のリード線の半田不良

・半田をやり直す。

（４）プリント基板へのリード線の断線

・被覆を剥き、半田をする。あるいは交換する。

（５）電源スイッチの不良

・スイッチの接点が密閉されていなければ、接点復活剤を吹き込み、つまみを数回往復させて接点を磨く。
・直らなければ、新規スイッチと交換する。

（６）電流ヒューズの不良

・新規ヒューズと交換する。

（７）プリント基板の電源が正常でない

・（６）まで確認し正常でなければ、プリント基板までのリード線の半田不良か断線なので、修復する。

（８）スピーカ単品が正常でない

・スピーカ検査器で音が出なければ、新規スピーカと交換する。

操作ボタン（メンブレン方式）の多いおもちゃの修理法

（９）スピーカのリード線の半田不良

・半田のやり直し。

（10）スピーカのリード線の断線

・被覆を剥き、半田をする。あるいは交換する。

（11）電極シートの配線が断線

・ひびや折れによる導電性インクの配線の短い断線は、コンダクティブペン（導電性ペースト）で、配線を描いて修復する。

・腐食など劣化による長い断線の部分は、無水アルコールで洗浄し、細い銅線や導電テープで配線し、その接続部をコンダクティブペン（導電性ペースト）で接続して修復する。

（12）電極シートの接点部の汚れや錆

・汚れや錆による接触不良は、接点部を無水アルコールで洗浄する。

（13）メンブレンスイッチの配線とプリント基板の接続が不良

・接圧ゴムの劣化により、接圧不足が考えられ、例えば0.2ｍｍの厚みの樹脂板を追加し、接圧を上げる。

（14）プリント基板の銅箔パターンの断線

・銅箔パターンの断線の修理については、別途「おもちゃ　修理のヒント」にて詳しく説明します。

（15）基板の電子部品の故障

・故障した電子部品を交換する。

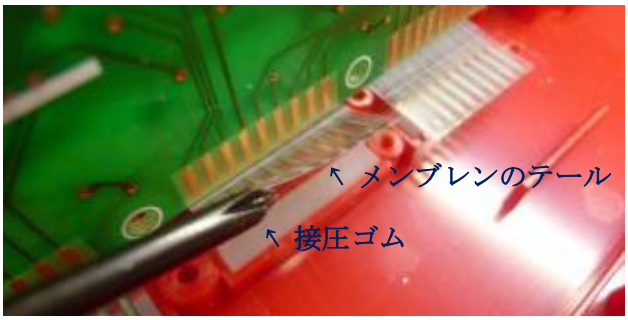
・専用ＩＣが故障の場合は、入手困難なので修理不能である。

５．その他

たくさんの操作ボタンが付いたおもちゃには、「ｍｉｋｉHOUSE　ピアノ」のように、操作ボタンの機構に、導電ゴム方式とメンブレン方式の両方を使用したものもあります。

丸いボタンと三角のボタンが導電ゴム方式、鍵盤がメンブレン方式です。

丸いボタンと三角ボタン：
導電ゴム方式



プリント基板を起こした状態

おもちゃの操作ボタンの機構も様々であり、修理も大変です。

おわり